Canadian Centre
for Occupational
Health and Safety

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

Les effets des micro-ondes sur les yeux

P89 - 15F

LES EFFETS DES MICRO-ONDES SUR LES YEUX

Groupe des dangers physiques
Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

Juin 1989

CCOHS/CCHST

90-02164/

LES EFFETS DES MICRO-ONDES SUR LES YEUX

Cette publication a été préparée à l'intention des comités d'hygiène et de sécurité et autres groupes ou individus désirant connaître et réduire les risques professionnels reliés au travail avec des micro-ondes.

Chaque document produit par le CCHST est soumis à une série de révisions. Dans le cadre de ce processus de révision, on demande à des représentants des gouvernements, des employeurs et des travailleurs d'examiner les versions préliminaires des documents du CCHST et de juger de leur exactitude sur le plan technique et de leur lisibilité pour l'usager.

Le CCHST s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant, il est entendu qu'il ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et il ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

Pour disséminer le plus largement possible l'information en matière d'hygiène et de sécurité au travail, le CCHST invite les usagers à copier et distribuer ses publications. On demande aussi aux usagers d'informer le Centre du nombre d'exemplaires distribués de cette manière : s'adresser au Service des demandes de renseignements. Le CCHST demande, et apprécie, que la source soit indiquée.

This publication is available in English under the title *Effects of Microwaves on the Eye.*

NUMÉRO DU CCHST P89-15F
ISBN 0-660-92680-6
NUMÉRO DE CATALOGUE MAS CC273-2/89-15F

Date de publication : 1989

---

250 rue Main est
Hamilton Ontario
L8N 1H6
416-572-2981
Téléfax 416-572-2206
Télex 061-8532

CCOHS/CCHST

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
2.	STRUCTURE DE L'OEIL	2
3.	LÉSIONS OCULAIRES DUES AUX MICRO-ONDES	3
	Études chez l'animal	3
	Études chez l'être humain	4
4.	LIMITES D'EXPOSITION AUX MICRO-ONDES	4
5.	RÉSUMÉ	5
	LECTURES SUPPLÉMENTAIRES	6

CCOHS/CCHST

1. INTRODUCTION

Les micro-ondes font partie du spectre électromagnétique. Leur gamme de fréquences varie de 300 MHz (mégahertz) à 300 GHz (gigahertz). Les micro-ondes servent en communications et à de nombreuses fins industrielles. On les nomme aussi parfois «hyperfréquences». Le tableau 1 donne quelques exemples des utilisations industrielles des dispositifs à micro-ondes au Canada.

Tableau 1 - Applications des micro-ondes au Canada

Industrie	Procédé
Industrie minière et métallurgie	Désulfuration du charbon
Transformation des métaux	Traitement des noyaux de fonderie Séchage des moules Séchage des colles et des crépis Coulage en barbotine
Industrie chimique	Préchauffage et vulcanisation du caoutchouc Traitement des polymères Dévulcanisation du caoutchouc
Bois et papier	Conservation de compositions de bois Séchage du papier
Aliments et boissons	Séchage d'aliments, par ex. pâtes, biscuits, oignons Cuisson de la viande et d'autres produits alimentaires Séchage sous vide Cuisson et imperméabilisation Stérilisation Lyophylisation
Vêtements et textiles	Fixage des colorants Séchage du fil et du cuir
Télécommunications	Transmission de l'information (par ex. télévision, téléphone)
Soins de santé	Échauffement thérapeutique des tissus (diathermie)
Défense	Détection d'emplacement, mesure de distance (RADAR)

L'absorption des micro-ondes dans l'organisme affecte divers organes, principalement en transformant l'énergie en chaleur. L'oeil est particulièrement vulnérable aux micro-ondes parce qu'il ne peut dissiper la chaleur de façon appropriée. Dans cette publication, nous ne décrivons que les effets des micro-ondes sur l'oeil. D'autres régions du corps, comme le système nerveux central et les testicules, sont également sensibles aux effets des micro-ondes. Pour obtenir d'autres renseignements sur le spectre électromagnétique et sur les effets biologiques possibles des champs électromagnétiques, communiquez avec le CCHST.

2. STRUCTURE DE L'OEIL

Pour que la vision se produise, il faut que la lumière traverse divers éléments de l'oeil et vienne exciter la rétine. Dans l'ordre, ces éléments sont la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et le corps vitré (voir la figure ci-après).

La clarté de l'image qui se forme sur la rétine dépend de la transparence de ces éléments. Le cristallin focalise l'image. Puisqu'ils doivent être transparents, la cornée, le cristallin et le corps vitré formé d'un liquide visqueux ne contiennent pas de vaisseaux sanguins. Par contre, la rétine contient de nombreux vaisseaux sanguins. Les récepteurs de lumière de la rétine transforment la lumière en influx nerveux. Le nerf optique transmet ces influx nerveux au cerveau.

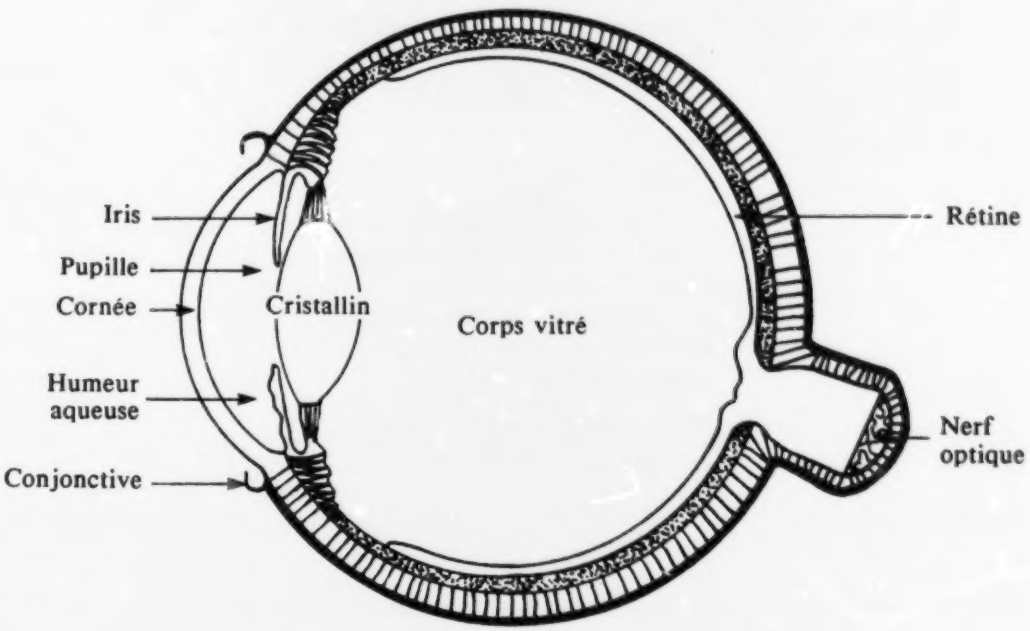

Figure 1 - Coupe horizontale d'un oeil

3. LÉSIONS OCULAIRES DUES AUX MICRO-ONDES

La chaleur est la principale cause des lésions oculaires dues à une exposition à des micro-ondes de forte intensité. À de faibles intensités, la chaleur dégagée peut être dissipée sans échauffer les tissus de l'oeil.

Les tissus de l'oeil dont la teneur en eau est élevée, comme le corps vitré, absorbent plus d'énergie micro-onde que ceux à faible degré d'humidité. La cornée, le cristallin et le corps vitré ne contiennent pas de vaisseaux sanguins. Ils ne bénéficient donc pas d'un apport sanguin direct qui pourrait transporter l'énergie micro-onde absorbée. Par conséquent, il se forme des taches lumineuses dans l'oeil qui peuvent entraîner des lésions tissulaires.

Études chez l'animal

C'est par des expériences faites sur des animaux que l'on a démontré les lésions oculaires causées par les micro-ondes. Les données sur l'exposition de l'être humain sont limitées.

Cristallin

Le cristallin de l'oeil se développe constamment. Tant que cette croissance se déroulera normalement, le cristallin restera transparent. Le vieillissement, la consommation de drogues et le diabète peuvent nuire à cette croissance. Des parties du cristallin se voilent et produisent des cataractes.

Chez des animaux d'expérience, des chercheurs ont utilisé des micro-ondes de forte intensité pour provoquer des cataractes. Ils ont constaté que les cataractes dues à la chaleur sont fonction de la quantité d'énergie absorbée. Pour des expositions simples d'une durée de plus d'une heure, l'intensité des micro-ondes nécessaire pour produire des cataractes est supérieure à 100 mW/cm^2. Plus l'intensité est élevée, plus l'apparition des cataractes est rapide. Il ne semble pas que les expositions multiples aux micro-ondes ait un effet cumulatif, sauf lorsque chaque exposition est suffisante pour produire une certaine lésion oculaire irréparable. Certains des résultats sont sujet à controverse. Les recherches se poursuivent dans ce domaine.

Le risque que comportent les micro-ondes de provoquer des cataractes varie selon la fréquence. Les fréquences les plus dommageables se situent entre 1 et 10 GHz.

Des études ont montré que dans certaines conditions, l'apparition des cataractes dépend également de la façon dont l'amplitude des ondes varie par rapport au temps. Les micro-ondes pulsées semblent plus dommageables que les micro-ondes non pulsées ou à onde entretenue.

Ces études ont aussi démontré que les micro-ondes accentuent la possibilité qu'ont certaines substances chimiques, comme l'alloxane et la galactose, de causer des cataractes. L'exposition aux micro-ondes peut aussi accélérer la formation de cataractes dues au diabète.

Cornée

La mince couche interne de la cornée, l'endothélium, joue un rôle important dans le maintien de la transparence de la cornée. Toute lésion grave de l'endothélium peut voiler la cornée et déformer la vision. Les micro-ondes peuvent altérer l'endothélium de la cornée. Les micro-ondes combinées à des médicaments pour traiter le glaucome, comme la pilocarpine et le maléate de timolol, sont particulièrement dommageables pour l'endothélium de la cornée.

Rétine

La rétine est le plus complexe des tissus de l'oeil. Elle est un prolongement direct du système nerveux central. Des chercheurs ont démontré que les micro-ondes peuvent endommager les terminaisons nerveuses de la rétine chez des animaux.

Autres effets

Les micro-ondes à forte intensité peuvent causer la sécrétion et l'inflammation des glandes qui entourent l'oeil. Elles peuvent aussi provoquer une brûlure et un oedème au niveau de la paupière et de la membrane (conjonctive) qui tapisse la face interne des paupières et la face antérieure du globe oculaire. Ces expositions entraînent également l'inflammation de l'iris, la constriction de la pupille et l'altération du corps vitré.

Études chez l'être humain

Des chercheurs ont effectué de nombreuses études pour déterminer si l'exposition aux micro-ondes peut entraîner des cataractes chez l'être humain. Certaines études auprès de personnes exposées aux micro-ondes ont démontré une augmentation légère mais statistiquement significative des cas de cataractes. D'autres études n'ont démontré aucun effet.

On connaît mal les effets à long terme des micro-ondes de faible intensité sur le cristallin humain. Selon plusieurs études, l'exposition professionnelle aux micro-ondes contribue au vieillissement du cristallin et à l'altération de la rétine. La cause exacte des lésions demeure inconnue.

4. LIMITES D'EXPOSITION AUX MICRO-ONDES

Santé et Bien-être social Canada recommande des limites d'exposition aux micro-ondes dans une publication intitulée «Code de sécurité-6» dont on trouvera un résumé au tableau 2. Ces recommandations font présentement l'objet d'une révision. Les applications spécialisées des micro-ondes de forte intensité peuvent nécessiter l'utilisation d'un équipement de protection individuelle.

Au Canada, aucun règlement n'oblige les travailleurs exposés aux micro-ondes à subir des examens ophtalmologiques.

Tableau 2 - Limites d'exposition professionnelle aux hyperfréquences
Code de sécurité-6

Gamme de fréquences	Champ mesuré*	Limite d'exposition Moyenne établie pour 1 heure	1 minute
10 MHz-1 GHz	E	60 V/m	300 V/m
	H	0,16 A/m	0,8 A/m
	P	1 mW/cm^2	25 mW/cm^2
1 GHz-300 GHz	E	140 V/m	300 V/m
	H	0,36 A/m	0,8 A/m
	P	5 mW/cm^2	25 mW/cm^2

* E = Champ électrique (en volts par mètre)
H = Champ magnétique (en ampères par mètre)
P = Puissance volumique (en milliwatts par centimètre carré)

5. RÉSUMÉ

L'exposition à des micro-ondes d'une intensité suffisante pour accroître la température des éléments de l'oeil peut causer des lésions, y compris des brûlures et un oedème des paupières et de la conjonctive. Les micro-ondes peuvent provoquer des cataractes si l'intensité et la durée de l'exposition sont suffisantes. Les hyperfréquences les plus dommageables se situent entre 1 et 10 GHz.

Les micro-ondes augmentent la propriété qu'ont certaines substances chimiques de causer des cataractes. Elles accentuent aussi la sensibilité aux cataractes qu'entraîne le diabète.

Si l'exposition des travailleurs aux micro-ondes ne dépasse pas les limites actuelles, les précautions supplémentaires ne sont pas nécessaires.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Aurell, E. et al. Lenticular and retinal changes secondary to microwave exposure. Acta Ophthalmologica. Vol. 51 (1973). p. 764-771.

Cleary, S.F. Microwave cataractogenesis. Proceedings of the IEEE. Vol. 68, no. 1 (1980) p. 49-55.

Cleary, S.F. et al. Lenticular changes in microwave workers: a statistical study. Archives of Environmental Health. Vol. 12 (1966). p. 23-29.

Creighton, M.O. et al. In vitro studies of microwave-induced cataract. II, Comparison of damage observed for continuous wave and pulsed microwaves. Experimental Eye Research. Vol. 45, no. 3 (1987). p. 357-373.

Kues, H.A. et al. Effects of 2.45 GHz microwaves on primate corneal endothelium. Bioelectromagnetics. Vol. 6, no. 2 (1985) p. 177-188.

Michaelson, S.M. et al. Biological effects and health implications of radiofrequency radiation. New York: Plenum Press, 1987. p. 559-602.

Paulsson, L.-E. et al. Retinal damage experimentally induced by microwave radiation at 55 mW/cm^2. Acta Ophthalmologica. Vol. 57 (1979) p. 183-197.

Procédures de sécurité recommandées pour l'installation et l'utilisation de dispositifs de radiofréquences et micro-ondes de la gamme 10 MHz-300 GHz. (Code de sécurité 6) Ottawa : Santé et Bien-être social Canada, 1979.

Stewart-DeHaan, P.J. et al. In vitro studies of microwave-induced cataract: separation of field and heating effects. Experimental Eye Research. Vol. 36 (1983) p. 75-90.

Stewart-DeHaan, P.J. et al. In vitro studies of microwave-induced cataract: reciprocity between exposure duration and dose rate for pulsed microwaves. Experimental Eye Research. Vol. 40 (1985). p. 1-13.

Stuchly, M.A. Proposed revision of the Canadian recommendations on radiofrequency-exposure protection. Health Physics. Vol. 53, no. 6 (1987) p. 649-665.

Tengroth, B. Hazardous effects on the eye of radiofrequencies and microwaves. Giornali Italiano di Medicina del Lavoro. Vol. 4, no. 1 (1982) p. 17-19.

Zaret, M.M. Selected cases of microwave cataract in man associated with concomitant annotated pathologies. In: International Symposium on Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation. Bethesda, Md.: National Institute for Occupational Safety and Health, 1974. p. 294-301.